



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 45 177 A 1**

⑥ Int. Cl.⁶:
H 02 K 51/00

⑲ Aktenzeichen: 197 45 177.2
⑳ Anmeldetag: 13. 10. 97
㉑ Offenlegungstag: 20. 5. 99

DE 197 45 177 A 1

⑪ Anmelder:
Max Stegmann GmbH Antriebstechnik-Elektronik,
78166 Donaueschingen, DE

⑭ Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

⑫ Erfinder:
Siraky, J., Dipl.-Ing., 78166 Donaueschingen, DE

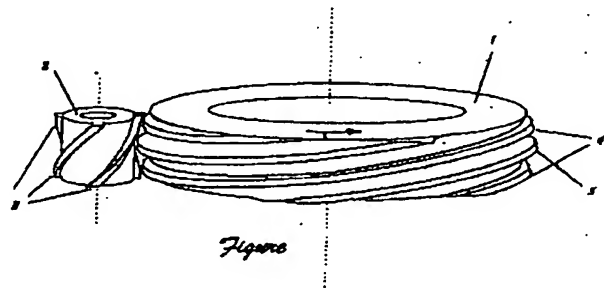
⑧ Entgegenhaltungen:
DE-PS 2 35 564
DE 43 02 216 A1
DE 33 06 445 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑭ Getriebestufe

⑮ Es wird eine Getriebestufe beschrieben, bei welcher ein antreibendes erstes Rad (1) einen in einem Gewindegang umlaufenden ferromagnetischen Profilstege aufweist, während ein zweites angetriebenes Rad (2) mehrgängig angeordnete permanentmagnetische Profilstege (4) aufweist, die sich nur über einen Bruchteil des Umfanges erstrecken und mit einem geringen Luftspalt dem ferromagnetischen Profilstege (4) gegenüberstehen. Das antreibende Rad (1) nimmt das angetriebene Rad (2) über eine magnetische Reluktanzkopplung mit.



DE 197 45 177 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Getriebestufe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Getriebe die als Übersetzungs- und Untersetzungsgetriebe wirken, sind aus einer oder mehreren Getriebestufen aufgebaut. Vorzugsweise sind die Getriebe als Zahnradgetriebe ausgebildet, bei welchen in jeder Getriebestufe ein erstes antreibendes Zahnrad in ein zweites angetriebenes Zahnrad eingreift.

Zahnradgetriebe sind wegen des Zahneingriffs einem Verschleiß unterworfen.

Werden Zahnradgetriebe als Untersetzungsgetriebe verwendet, so weist das angetriebene zweite Rad einen dem Übersetzungsverhältnis entsprechend größeren Durchmesser auf als das antreibende erste Rad. Ist ein höheres Übersetzungsverhältnis erwünscht, so kann dies die Abmessungen der Getriebestufe beträchtlich vergrößern.

Beispielsweise werden bei absoluten Drehwinkelmeßsystemen mechanische Untersetzungsgetriebe eingesetzt, um den Drehwinkel über mehrere Wellenumdrehungen absolut zu erfassen. Die Drehwinkelmeßsysteme sind in der Regel an elektrische Antriebe gekoppelt die sich entsprechend schnell drehen, wobei Drehzahlen bis zu 12000 Umdrehungen/Minute vorkommen. Da die Lagerungen für solche hohen Drehzahlen aufwendig sind, ist für die erste Getriebestufe ein hohes Übersetzungsverhältnis erwünscht, damit für das angetriebene zweite Rad eine weniger aufwendige Lagerung verwendet werden kann. Wird bei solchen Drehwinkelmeßsystemen eine Hohlwellenanordnung verwendet, so ergibt sich für das auf der Hohlwelle angeordnete antreibende erste Rad der ersten Getriebestufe bereits ein beträchtlicher Außendurchmesser. Dies ergibt in Verbindung mit dem durch das Übersetzungsverhältnis bedingten Durchmesser des zweiten Rades einen sehr großen radialen Platzbedarf für die erste Getriebestufe. Außerdem ergibt sich durch die Dimensionierung des zweiten angetriebenen Rades eine nachteilige Massenträgheit des angetriebenen Rades.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Getriebestufe zur Verfügung zu stellen, die geringe Abmessungen und ein geringes Massenträgheitsmoment ermöglicht und weitgehend verschleißfrei ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Getriebestufe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, eine Getriebestufe in der Weise auszubilden, daß das erste Rad das zweite Rad über eine magnetische Reduktanzkopplung antreibt. Hierzu weist eines der Räder einen umlaufenden Profilstege aus einem ferromagnetischen oder permanentmagnetischen Material auf, während das andere Rad mehrgängige Profilstege aus einem permanentmagnetischen Material aufweist. Die Räder sind so angeordnet, daß sich die Profilstege mit geringem Luftspalt gegenüberstehen. Wird das antreibende erste Rad gedreht, so dreht sich das zweite Rad in der Weise mit, daß der Luftspalt zwischen den Profilstege und damit die magnetische Energie im Luftspalt möglichst klein bleibt.

Das Verhältnis der Gewindegangzahlen der beiden Räder bestimmt dabei das Übersetzungs- bzw. Übersetzungsverhältnis. Weist beispielsweise das antreibende erste Rad einen eingängigen Profilstege auf und das zweite angetriebene Rad mehrgängige Profilstege, die sich über jeweils zumindest einen Bruchteil des Umfangs erstrecken, so ergibt sich ein Übersetzungsverhältnis welches der Anzahl der Gewindegänge der Profilstege des zweiten Rades entspricht.

Da die Räder nur über die magnetische Reduktanz gekoppelt sind und sich nicht berühren, wirken die Getrieberäder verschleißfrei zusammen.

Das Übersetzungs- bzw. Übersetzungsverhältnis wird durch die Zahl der Gewindegänge bestimmt und ist konstruktiv nicht von dem Radius der Räder abhängig. Es können daher auch Untersetzungs-Getriebestufen mit geringen radialen Abmessungen realisiert werden. Insbesondere kann auch bei einer Untersetzungs-Getriebestufe das zweite Rad mit wesentlich kleinerem Durchmesser als das erste Rad ausgebildet sein. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit auch bei einer Hohlwellenanordnung z. B. eines Drehwinkelmeßsystems mit einem auf der Hohlwelle angeordneten antreibenden Rad der ersten Getriebestufe ein hohes Übersetzungsverhältnis mit geringen radialen Abmessungen des angetriebenen zweiten Rades zu realisieren.

Eine kostengünstige Herstellung ergibt sich dadurch, daß das Rad mit dem größeren Durchmesser mit dem ferromagnetischen Profilstege versehen wird, während das kleinere der Räder mit den permanentmagnetischen Profilstege ausgebildet wird. Dadurch ist es möglich, das kleinere Rad mit seinen Profilstege einstückig aus permanentmagnetischem Material herzustellen.

Die magnetische Reduktanzkopplung ist nur bis zu einem bestimmten Drehmoment belastbar. Wird dieses Drehmoment überschritten, so kommt das angetriebene zweite Rad "außer Tritt". Wird das angetriebene zweite Rad mit kleinem Durchmesser ausgebildet, was erfindungsgemäß auch bei einem Untersetzungsgetriebe möglich ist, so ist die Massenträgheit des zweiten Rades gering und eine Überschreitung des Grenzdrehmoments tritt in der Regel nicht auf. Um zu vermeiden, daß auch bei großen Drehbeschleunigungen das angetriebene zweite Rad außer Tritt kommt, ist in einer bevorzugten Ausführung zwischen dem Gewindegang des ferromagnetischen Profilstege ein weiterer Gewindegang eines Profilstege aus einem nichtmagnetischen Material angeordnet. Die Profilhöhe des nichtmagnetischen Profilstege ist dabei um zumindest die Breite des Luftspalte zwischen den magnetisch zusammenwirkenden Profilstege größer als die Profilhöhe des ferromagnetischen Profilstege. Sollte bei großen Drehbeschleunigungen das angetriebene zweite Rad den magnetischen Eingriff mit dem antreibenden Rad verlieren, so kommt der nichtmagnetische Profilstege aufgrund seiner größeren Profilhöhe mechanisch mit dem permanentmagnetischen Profilstege des angetriebenen Rades in Eingriff und nimmt dieses reibschlüssig mit.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Getriebestufe sowohl als Untersetzungsgetriebe als auch als Übersetzungsgetriebe ausgebildet sein kann. Weiter ist es ersichtlich, daß das antreibende Rad oder das angetriebene Rad permanentmagnetisch ausgebildet sein können, während das jeweils andere Rad den ferromagnetischen Profilstege aufweist. Weiter ist ersichtlich, daß beide Räder jeweils ein- oder mehrgängige Profilstege aufweisen können. Das Übersetzungs- bzw. Übersetzungsverhältnis ergibt sich aus dem Verhältnis der Anzahl der Gewindegänge. Schließlich ist ersichtlich, daß die Räder mit ihrem Außenumfang in Eingriff stehen können und ebenso eines der Räder als Hohlrad ausgebildet ist, wobei das andere Rad mit dem Innenumfang des Hohlrades in Eingriff kommt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Figur zeigt eine perspektivische Darstellung einer Getriebestufe.

Ein erstes antreibendes Rad 1 ist als Hohlrad ausgebildet, welches, z. B. auf die Eingangshohlwelle eines absoluten Drehwinkelmeßsystems aufgesetzt werden kann oder als Teil dieser Eingangshohlwelle ausgebildet ist.

An dem zylindrischen Außenumfang des Rades 1 ist ein Profilsteg 4 aus einem ferromagnetischen Material angeordnet. Der Profilsteg 4 läuft als eingängiges Gewinde um das erste Rad 1. Zwischen dem Gewindegang des ferromagnetischen Profilsteges 4 ist ein zusätzlicher Profilsteg 5 angeordnet, der aus einem nichtmagnetischen Material, z. B. aus Aluminium besteht. Der nichtmagnetische Profilsteg 5 und der ferromagnetische Profilsteg 4 sind somit nach Art eines zweigängigen Gewindes angeordnet.

Ein zweites Rad 2 ist achsparallel zu dem ersten Rad 1 an dessen Außenumfang angeordnet. Die axiale Abmessung des zweiten Rades 2 entspricht der Steigung des Profilsteges 4 des ersten Rades 1. Das zweite Rad 2 weist an seiner Mantelfläche vier Profilstege 3 auf, die nach Art eines viergängigen Gewindes angeordnet sind. Jeder der Profilstege verläuft über ein Viertel des Umfangs des Rades 2, wobei das obere Ende des einen Profilsteges 3 in der Winkelstellung jeweils mit dem unteren Ende des vorangehenden Profilsteges 3 überlappt. Das zweite Rad 2 mit seinen Profilstegen 3 ist einstückig aus einem permanentmagnetischen Material hergestellt.

Die Räder 1 und 2 sind in Bezug auf ihren Achsabstand, ihren Durchmesser und die Profilhöhe so dimensioniert, daß zwischen dem Profiltrücken des ferromagnetischen Profilsteges 4 des Rades 1 und dem Profiltrücken der permanentmagnetischen Profilstege 3 des Rades 2 ein minimaler Luftspalt bleibt. Der nichtmagnetische Profilsteg 5 weist eine Profilhöhe auf, die um die Breite dieses Luftspaltes größer ist als die Profilhöhe des ferromagnetischen Profilsteges 4.

Aufgrund der magnetischen Reluktanz stellt sich das zweite Rad 2 in seiner Winkelstellung so ein, daß der Luftspalt zwischen dem permanentmagnetischen Profilsteg 3 und ferromagnetischen Profilsteg 4 und damit die magnetische Energie in diesem Luftspalt minimal bleibt.

In der in der Zeichnung dargestellten Position steht das obere Ende des Gewindeganges des ferromagnetischen Profilsteges 4 dem oberen Ende eines Gewindeganges des permanentmagnetischen Profilsteges 3 gegenüber. Wird das erste Rad 1 z. B. in der Richtung des Pfeiles angetrieben, so wandert aufgrund der Schraubenlinien-Ausbildung des ferromagnetischen Profilsteges 4 der dem zweiten Rad 2 zugewandte Bereich des Profilsteges 4 in axialer Richtung nach unten. Dementsprechend richtet sich der auf der selben Höhe liegende axiale Bereich des permanentmagnetischen Profilsteges 3 aus, um den Luftspalt minimal zu halten. Das zweite Rad 2 dreht sich somit in entgegengesetztem Drehsinn. Der ferromagnetische Profilsteg 4 des ersten Rades 1 weist eine Gewindesteigung auf, die der axialen Höhe des zweiten Rades 2 entspricht. Hat sich das erste Rad 1 daher um 360° gedreht, so ist der dem zweiten Rad 2 zugewandte Bereich des ferromagnetischen Profilsteges 4 um die axiale Höhe des zweiten Rades 2 nach unten gewandert und das zweite Rad 2 hat sich um den Winkel gedreht, über welchem sich der permanentmagnetische Profilsteg 3 erstreckt, d. h. in dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel um 90° . Aufgrund der Winkelüberlappung von Anfang und Ende der permanentmagnetischen Profilstege 3 kommt der ferromagnetische Profilsteg 4 nun mit dem oberen Ende des folgenden permanentmagnetischen Profilsteges 3 in magnetischen Eingriff, um die Drehung des zweiten Rades 2 um die folgenden 90° zu bewirken. Die dargestellte Getriebestufe weist somit ein Untersetzungsverhältnis von 4 : 1 auf.

So lange der ferromagnetische Profilsteg 4 mit den permanentmagnetischen Profilstegen 3 in magnetischem Eingriff ist, greift der nichtmagnetische Profilsteg 5 zwischen die permanentmagnetischen Profilstege 3 des zweiten Rades 2 und ist somit wirkungslos. Sollte aufgrund einer großen Drehbeschleunigung des antreibenden Rades 1 die magne-

tische Reluktanzkraft nicht ausreichen, um das Rad 2 mitzunehmen, so bleibt das Rad 2 hinter dem Rad 1 zurück. Dadurch kommt der nichtmagnetische Profilsteg 5 in den Bereich des permanentmagnetischen Profilsteges 3 und kommt aufgrund seiner größeren Profilhöhe reibschlüssig mit diesem in Eingriff. Das angetriebene Rad 2 wird dadurch von dem antreibenden Rad 1 über den nichtmagnetischen Profilsteg 5 mechanisch mitgenommen.

Patentansprüche

1. Getriebestufe mit einem ersten Rad und einem von dem ersten Rad angetriebenen zweiten Rad, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der Räder (1) wenigstens einen in zumindest einem Gewindegang umlaufenden Profilsteg (4) aufweist, daß das andere Rad (2) mehrgängige Profilstege (3) aufweist, die jeweils zumindest über einen Bruchteil des Umfangs umlaufen, daß die Profilstege (4) eines Rades (1) ferromagnetisch oder permanentmagnetisch und die Profilstege (3) des anderen Rades (2) permanentmagnetisch sind und daß die Räder (1, 2) achsparallel so angeordnet sind, daß die Profiltrücken der Profilstege (3, 4) einander mit geringem Luftspalt gegenüberstehen.
2. Getriebestufe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das eine der Räder (2) mit seinen Profilstegen (3) einstückig aus permanentmagnetischem Material besteht.
3. Getriebestufe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ausbildung als Untersetzungsgetriebestufe das erste Rad (1) mit größerem Durchmesser als das zweite Rad (2) ausgebildet ist, daß das erste Rad (1) an seinem Außenumfang einen eingängig umlaufenden Profilsteg (4) aufweist, dessen Steigung der axialen Abmessung des zweiten Rades entspricht, und daß das zweite Rad (2) mehrere mehrgängig angeordnete Profilstege (3) aufweist, die sich jeweils über einen ihrer Anzahl entsprechenden Bruchteil des Umfangs erstrecken.
4. Getriebestufe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rad (1) als Hohlwellenrad ausgebildet ist.
5. Getriebestufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem ferromagnetischen Profilsteg (4) in Form eines zweiten Gewindeganges ein Profilsteg (5) aus einem nichtmagnetischen Material verläuft, wobei die Profilhöhe des nichtmagnetischen Profilsteges (5) zumindest um die Breite des Luftspaltes zwischen dem ferromagnetischen Profilsteg (4) und dem permanentmagnetischen Profilsteg (3) größer ist als die Profilhöhe des ferromagnetischen Profilsteges (4).
6. Getriebestufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Getriebestufe als erste Untersetzungsstufe eines Multiturn-Absolutdrehwinkelmeßsystems ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

